半導体キャリア冷却時定数限界を克服する 高速全光ゲートモデル設計とその実験着手状況

上野研究室 中本 亮一、森本 勇樹、西田 武洋

木村・一色研 - 上野研合同セミナー, 平成 20年4月4日

Ultrafast Optical Logic Lab., UEC



- ◆ 研究背景
 - 全光波長変換
 - キャリア・クーリング現象とその影響
 - スペクトル合成方式による全光波長変換
- ◆ 本研究の目的
- ◆ 設計した高速全光ゲートモデル(I), (II)
 - キャリア・クーリング現象を考慮したレート方程式
 - 強度、位相フィルタの設計
- ◆ 結果 モデル(I), (II)
- ◆ 実験着手状況
- ◆ まとめ







- *波長多重(WDM)*
- 一本のファイバに複数の波長の光を伝送



• 将来の波長変換システム



• *全光波長変換器 -* DISC, **D**elayed-Interference **S**ignal-wavelength **C**onverter 遅延干渉型



Ultrafast Optical Logic Lab., UEC



Ultrafast Optical Logic Lab., UEC







- スペクトル合成方式による全光波長変換 -



 スペクトル合成方式のメリット
 ■時間波形の歪みの解消
 ■伝送速度が大きくなるほどスペクトル合成しやすい
 ■ MEMS(微細ミラー)光フィルタ
 ■ アレイ導波路回折格子(AWG) + 可変アッテネータ+位相シフタ

Ultrafast Optical Logic Lab., UEC



■ キャリア・クーリング現象による波形歪みの解消

■ 従来の遅延干渉型とは、異なる方式の波長変換の考案





設計した高速全光ゲートモデル(I)

- 強度、位相フィルタの設計 -





アイパターン:1000 bitの重ね書き,入力信号:パルス幅 2.0 ps, 25 Gbit/sの擬似ランダム信号 (Word長: 2³¹-1)

擬似ランダム入力信号時でも、波形歪みの解消に成功
 アイパターンによる評価:消光比 14 dB の良好な結果

設計した高速全光ゲートモデル(II)

- 位相フィルタの改良設計 -



結果 モデル(II) - アイパターンによる信号評価と周波数特性-





◆ スペクトル合成器 (Variable Bandwidth Spectrum Shaper, VBS)

情報通信研究機構(NICT)所有

主な仕様:

- 波長範囲 1538 1567 nm
- チャンネル数 340 ch
- チャンネル間隔 10 GHz(0.08 nm)
- アプリケーションを用いた強度・位相の独立制御

強度:	0.0 ~ 20.0 dB		
	0.1 dB step		
位相:	0.00 ~ 2.00	rad	

0.01 rad step



まとめ

目的

- キャリア・クーリング現象に基づく出力時間波形歪みの解消
- 従来の遅延干渉型波長変換(DISC)とは、異なる方式の波長変換の考案

方法

■ スペクトル合成方式を用いた波長変換 モデル(I):強度、位相フィルタの設計 モデル(II):位相フィルタの改良設計

結果

■ アイパターンによる信号評価

モデル(I):25 Gbit/s, 2.0 ps の擬似ランダム信号 消光比 **14 dB** の良好な結果

モデル(II):80~200 Gbit/s の擬似ランダム信号 モデル(I)より、消光比1~5 dBの改善

結論

■ 超高速波長変換において、スペクトル合成方式は有効な手段である。

実験着手状況

スペクトル合成器(VBS)を用いた時間多重実験

今後の展望

- VBSの位相制御特性評価
- MLLD出力時間波形のパルス幅(2.8 ps)を、フーリエ変換限界パルス(1.7 ps)
 近くまで、狭くする。
- クロックパルス信号での波形歪み解消実験(繰返し周波数:10 GHz, 20 GHz (時間多重:2×10GHz))
 (データパルス信号での波形歪み解消実験)



予備スライド

実験結果 理論解析結果 15 15 10 Temporal chip gain (dB) 10 SOA InPhenix #1 150mA CW 1548nm +7dBm (chip) Gain (dB) 5 Pulse 1560nm 25GHz - 120 fJ () -5 -5 -10∟ -50 -10∟ -50 100 50 100 0 50 0 Time (ps) Time (ps) $+20_{1}$ 2004 坂口氏@Ueno Lab キャリアクーリングなし Gain (dB) (-20 +20-40 0 +40Time (ps) Ultrafast Optical Logic Lab., UEC

MZIによる波形歪の起源



擬似ランダム信号での動作



高周波:>100 Gb/s 動作時のアイパターン比較

入力パルス幅:1.0 ps

	繰り返し周波数(Gbit/s)	80	120	160	200
	高速全光ゲート()	10.4	5	5	4
消光比(dB)	高速全光ゲート()	11.7	10	10	5
	高速全光ゲート()	0.99	0.7	0.6	0.6
パルス幅(ps)	高速全光ゲート()	0.74	0.6	0.4	0.6

120 Gbit/s



+1.0

+2.0

+1.0







Ultrafast Optical Logic Lab., UEC

VBS構成



VBSを用いた時間多重 10G -> 30G



位相補正値の入力パルスエネルギー依存性



SOA入力パルスエネルギーに関しては、ある値を決めると位相透過率の値は同じで良い